

Ulla Ahlmén-Laiho ja Hada Ajosenpää

Trombien aiheuttamat ja muut rajuilmoihin liittyvät terveysriskit – miten Suomessa tulisi varautua?

Trombit, joita Yhdysvalloissa kutsutaan tornadoiksi, ovat voimakkaiden ukonilmojen yhteydessä esiintyviä pyörrevirtauksia. Suomessakin niihin on liittynyt sekä henkilövahinkoja että mittavia omaisuusvahinkoja. Tällaisten tuuli-ilmiöiden aiheuttamat vammat voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin, ja tyypillisiä traumaattyyppisiä ovat raajojen haavat, päävammat sekä tuki- ja liikuntaelinvammat kuten murtumat. Epäsuoria vammoja voi syntyä kiireessä suojautumisen tai jälkeensä raivaustöiden yhteydessä. Haavat ovat tyypillisesti kontaminoituneita, ja niissä on usein vierasesineitä. Uhreilla esiintyy lisäksi merkittävää psyykkistä jälkioireilua. Trombien ohella Suomessa terveysuhkia aiheuttavat kesäisten rajuilmojen yhteydessä muun muassa salamet ja syöksyvirtaukset. Erityisesti kesän ulkoilmatapahtumissa ja leirintäalueilla olisi meilläkin perusteltua varautua sään ääri-ilmiöihin liittyviin riskeihin sekä lisätä yleistä tietoisuutta niistä.

Sään ääri-ilmiöiden suomalaista termistöä on koottu **TAULUKKON 1**. Cumulonimbus tarkoittaa pilvettä tai pilvimassaa, jossa tapahtuu konvektiota eli lämpimän ilmassan noususta johtuvaa energiansiirtoa. Monet alueet ovat riippuvaisia niiden synnyttämisestä sateista, mutta voimallisiksi ukkossoluiksi kehittyttyään ne voivat aiheuttaa tuhoa muun muassa kovien paikallisten tuulien ja salamoinnin välityksellä. Kun kylmä ilmassa nostaa lämmintä ilmassaa ylöspäin, vapautuu energiaa ja syntyy ukkosena purkautuvia sähköisiä varauseroja.

Ukkokset voidaan jakaa yksittäisiin soluihin, useiden solujen muodostelmiin ja laajempiin ukkosjärjestelmiin. Jos aineksissa on mukana paljon lämmön noususta syntyneitä energiapotentiaalia, runsaasti kosteutta ja tuuliväännettä eli tuulen pystysuuntamuutoksia, voi syntyä voimakkaita kohti maata ja pyörteisesti maanpinnasta ylöspäin puhaltavia ilmavirtauksia (**KUVA 1**). Tällaisista soluista potenteimpia kutsutaan supersoluiksi, joiden pyörivässä mesosykloni-nimisessä osassa kallistunut, spiraalimainen ilmavirtaus voi maahan ulottuessaan muodostaa trombiksi kutsutun suppilomaisen

tuuliputken. Viidesosa trombeista syntyy kuitenkin muista kuin supersoluista. Ukkosiin liittyvät erityisen tuhoisat tuulet voivat olla myös yhdensuuntaisia. Monien ukkossolujen yhdistyessä voi syntyä massiivisia järjestelmiä, joita kutsutaan mesomittakaavan konvektiiviseksi järjestelmiksi (MCS). Ne voivat synnyttää erityisen laajoja ja tuhoisia ukkospuuskatuulia, voimakkaimpana niin kutsuttu syöksyvirtausparvi. Ne ovat aiheuttaneet Suomessakin tuhoa. (1–4)

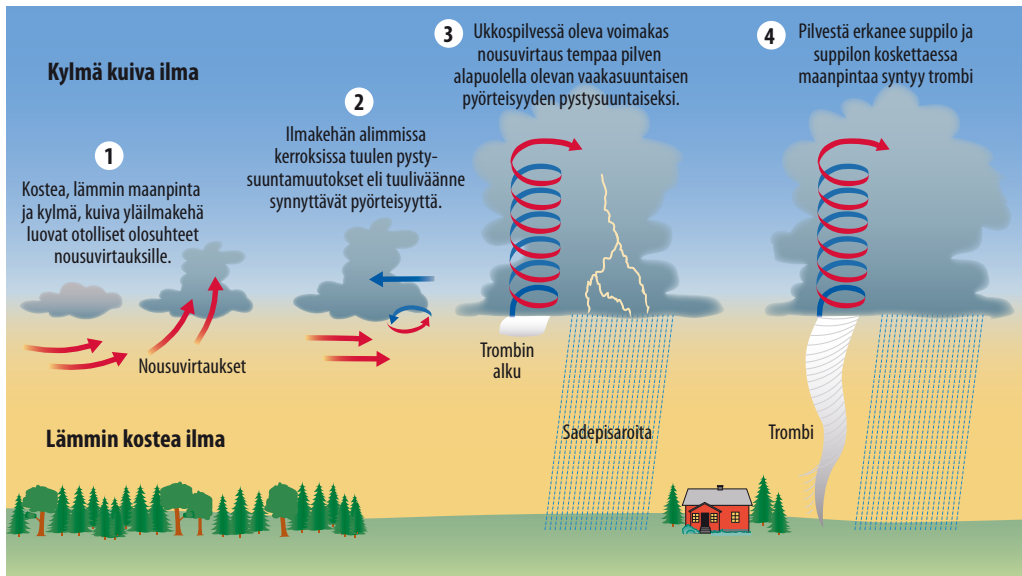
Trombien voimakkuutta mitataan Fujitan asteikolla, ja Suomessa käytössä oleva versio esitetään **TAULUKOSSA 2**. Asteikko vertaa trombin aiheuttamia tuhoja siihen, millaista vahinkoa tietyn kolmen sekunnin kuluessa mitatun suurimman tuulennopeuden on todettu aiheuttavan, sillä menetelmiä trombinsisäisen tuulennopeuden suoraan mittaukseen ei vielä ole. Yhdysvalloissa trombeja kutsutaan tornadoiksi. (5–8)

Euroopan ja Suomen vaarallisten tuuli-ilmiöiden yleisyys ja seuranta

Trombeja syntyy Euroopassa satoja vuodessa, ja niiden omaisuudelle ja terveydelle aiheutta-

TAULUKKO 1. Sään ääri-ilmiöihin liittyviä termejä (Ilmatieteen laitos).

| | |
|--|---|
| Ukkospilvi | Kuuropilven kehittyneempi muoto, jossa syntyneet sähkövaraukset purkautuvat salamointina |
| Yksisolukuuro eli konvektiosolu | Yksittäinen ukkospilvi, joka sisältää nousu-laskuvirtausparin; monisolukuuro taas koostuu useasta peräkkäisestä konvektiosolusta |
| Supersolu (supersolu-ukkonen) | Erittäin voimakas ja pitkäikäinen ukkospilvi, jonka keskivaiheille on kehittynyt pyörivä pienikokoinen matalapaine eli mesosykloni |
| (Mesomittakaavan) konvektiivinen järjestelmä (MCS) eli ukkospilvijärjestelmä | Useita tunteja kestävä, yli 100 km:n levyinen monisoluline ukkoskuuropilvialue |
| Myrsky | Tunteja kestävä sääilmiö, jossa suomalaisen määritelmän mukaan keskituuli 10 minuutin aikana on vähintään 21 m/s |
| Rajuilma | Ukkonen, joka aiheuttaa voimakkaan tuulen; kesto lyhimmillään vain minuutteja |
| Ukkospuuska | Ukkospilven aiheuttama puuskatuuli |
| Syöksyvirtaus | Voimakas, vahinkoa aiheuttava ukkospuuska |
| Syöksyvirtausparvi (derecho) | Ilmiö, jossa laajassa ukkospilvirykelmässä syntyy satojen kilometrien matkalla jatkuvasti vaarallisen voimakkaita ukkospuuskia |
| Trombi | Pilven nousuvirtauksen yhteyteen syntyvä raju, paikallinen pyörretuuli; supersolut ovat keskeisiä trombien synnyttäjiä, mutta niitä esiintyy myös muissa ukkospilvityypeissä ja -järjestelmissä |
| Tornado | Trombin nimitys Yhdysvalloissa |
| Vesipatsas | Vesialueella esiintyvä trombi; Yhdysvalloissa näitä ei lasketa tornadoiksi |
| Pölypyörre (dust devil) | Lämpimissä, pilvettömässä olosuhteissa lämpimän ilman kohoamisesta syntyvä tuulipyörre; ei tule sekoittaa trombiin |



KUVA 1. Trombin syntymekanismi (www.ilmatieteenlaitos.fi/trombit).

mia riskejä voidaan pitää jossain määrin aliarvioituina (9). Euroopassa vuosina 1950–2015 trombit johtivat 316 henkilön menehtymiseen ja lähes 4 500 henkilön loukkaantumiseen; omaisuusvahingotkin olivat miljardiluokkaa (9). Huolimatta tästä ja aiheen suosiosta mediassa suuri yleisö ja lääketieteen edustajat eivät

ole kovinkaan tietoisia siitä, että Euroopassa esiintyy tuhoisakin trombeja (10). Vuonna 1967 Ranskassa, Belgiassa ja Alankomaissa trombijoukko tuhosi lähes tuhat taloa, tappoi 15 ja vammautti 232, ja tapausta analysoineet tutkijat ovat esittäneet, että Euroopassakin tulisi suuronnettomuussuunnitelmissa huomioi-

TAULUKKO 2. Suomessa käytössä oleva trombien voimakkuusluokitus (lähde: Ilmatieteen laitos). Fujitan asteikosta on myös päivitetty Enhanced Fujita -versio (EF), joka on käytössä Yhdysvalloissa (<https://www.weather.gov/oun/efscale>).

| Fujitan asteikon luokka | Arvioitu suurin tuulen nopeus | Määritelmä | Vaikutus |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| F0 (havaittu Suomessa) | 18–32 m/s | Heikko trombi | Savupiippuvaurioita Katkoo puiden oksia Vaurioittaa kylttejä ja liikennemerkkejä |
| F1 (havaittu Suomessa) | 33–49 m/s | Kohtalainen trombi | Vaurioittaa kattojen pintoja Asuntovaunut kaatuvat ja siirtyvät Puskee sivuun liikkuvia autoja |
| F2 (havaittu Suomessa) | 50–69 m/s | Merkittävä trombi | Repii kattoja taloista Tuhoaa vajoja ja asuntoautoja Katkoo ja repii juurineen suuriakin puita Lennättää kevyitä esineitä kuin ammuksia |
| F3 (havaittu Suomessa) | 70–92 m/s | Ankara trombi | Repii lujatekoisistakin taloista kattoja ja seiniä Kaataa junia Nostaa ilmaan raskaitakin autoja |
| F4 (havaittu Suomessa) | 93–116 m/s | Tuhoisa trombi | Tuhoaa maan tasalle lujatekoisiakin taloja Heittää autoja ja lennättää suuriakin esineitä kuin ammuksia |
| F5 (ei raportoitu Suomessa) | 117–142 m/s | Äärimmäisen voimakas trombi | Varsin totaalinen asuinalueiden tuho; vahvarakenteisetkin talot voivat nousta perustuksiltaan ja kulkeutua pitkiä matkoja Auton kokoisia esineitä lentää ilmassa yli 100 m Kaarna kuoriutuu puista |

da myös trombiriskit, sekä ilmaisseet huolensa siitä, kuinka huonosti maanosassa tämä vaara tiedostetaan (11).

Euroopan merkittävimmät trombialueet ovat Belgiassa, Saksassa ja Alankomaissa, ja maanosamme trombikausi on toukokuusta elokuuhun, joskin pohjoisempien maiden painotus on loppukesällä. Vesipatsaita, jotka luokitellaan trombeiksi Euroopassa muttei tornadoiksi Yhdysvalloissa, esiintyy erityisesti Etelä-Euroopassa loppusyksyllä ja alkutalvesta. Eurooppalaisena äärisään varoitusjärjestelmänä toimii MeteoAlarm, jolle datan toimittavat 38 kansallista meteorologian ja hydrologian yksikköä. (9,12)

Ilmastonmuutoksen mahdollisia vaikutuksia trombien esiintymiseen tutkitaan aktiivisesti, mutta etenkin Euroopassa mahdollisten yhteyksien todentaminen on säätieteellisesti vaativaa. On kuitenkin viitteitä siitä, että yleisesti sään ääri-ilmiöille suotuisat olosuhteet saattavat lisääntyä myös Euroopassa (13).

Suomessa havaitaan keskimäärin 14 trombia vuodessa, ja **TAULUKOSSA 2** esitetään Suomessa käytössä oleva trombien voimakkuusluokitus. F2-luokan ja sitä voimakkaampia trombeja

esiintyy noin joka toinen vuosi; niitä on 14 % kaikista Suomen trombeista. Elokuussa 1932 Nurmijärveltä Konginkankaalle edennyt useiden trombien joukko kaatoi junanvaunun, ja sen lennättämä latohirsi surmasi 17-vuotiaan pojan. Yksi näistä trombeista oli tuhoisin Suomessa havaittu, toiseksi pahimman F4-tuholuokan trombi. Kaikki Suomessa tilastoidut trombit ovat esiintyneet huhti-marraskuussa, ja Itä-Suomi sekä eteläiset ja lounaiset merialueet ovat tiheintä esiintymisaluetta. (10,14–16)

Suomen säähistoriasta löytyy kaksi varmistettua syöksyvirtausparvea, joista tunnetuin, Sonisphere-musiikkifestivaaleille Poriin vuonna 2010 iskenyt, surmasi yhden henkilön ja useita kymmeniä loukkaantui (17,18).

Suomessa Ilmatieteen laitos käyttää kolmen eri vaaratason ukkospuuskavaroitusjärjestelmää. Keltainen varoitus ennakoii puuskatuulta yli 15 m/s, oranssi yli 25 m/s ja punainen yli 30 m/s. Varoituksia voidaan antaa useitakin vuorokausia etukäteen. Laitos laatii myös suurlle yleisölle suunnattuja turvallisuusohjeita trombien varalta (19,20).



Myrskyrintama saapuu Tyksin ylle. Kuva: Ulla Ahlmén-Laiho.



Kesäisen ukkossulun saapuminen on komea näky. Kuva: Ulla Ahlmén-Laiho.

Trombien aiheuttaman vammautumisen ja kuoleman riskitekijät ja suojaavat tekijät

Trombien aiheuttamia kuolemantapauksia ja vammautumisia koskevan tutkimuksen aineistot painottuvat Yhdysvaltoihin. Siellä ilmiölle poikkeuksellisen otolliset ilmasto-olot synnyttävät jopa EF5-luokan tornadoja. Tätä tutkimuspainotusta olemme korostaneet käyttämällä tarvittaessa tornado-termiä suomalaisen sijasta.

Tutkimustiedon perusteella vammautumisen ja kuoleman riskiä lisäävät yksittäisen tornadon suuri EF-luokka, useiden tornadojen rypäs sekä tiheä asutus (21). Ulkona liikkuminen tornadon iskiessä lisää yllätyksettömästi kuolemanriskiä, samoin asuntoautot ja muut heikosti rakennetut asumukset suojapaikkoina sekä sopivan suojapaikan puute (22–27). Autoon ei kannata suojautua, koska voimakkaamat tornadot saattavat kaataa tai heitellä niitä (18,23).

Sisätiloissa turvallisinta on hakeutua kellariin, kylpyhuoneeseen, käytävälle tai komeroon (27). Rajuilmavaroituksen saaminen tiedotusvälineiden avulla tai sireenien kautta suojaa vammautumiselta, vaikkakin asukkaat saattavat teoriassa suhtautua varoituksiin väheksyvästi, jos niitä ei useinkaan seuraa todellinen hätätilanne (27,28). Kypärä näyttäisi suojaavan vakavilta vammoilta (27,29).

Vammatyypit ja niiden erityispiirteet

Trombien aiheuttamiin vammoihin voidaan laskea joko vain niiden suoraan mekaanisesti aiheuttamat (impact-related injury) tai lisäksi jälkiseurausvammat (postimpact injuries), jotka syntyvät esimerkiksi tuhojen raivaustöissä tai haavojen infektoituessa. Suorista vammoista tavallisimpia ovat tuki- ja liikuntaelinvammat, rintakehävammat sekä päävammat. Lasten päävammojen suuri määrä liittyyne heidän päänsä suhteellisesti suureen kokoon vartaloon nähden. (27,30,31–33)

Syntyvät haavat ovat usein syviä, monesti bakteerien ja vierasesineiden kontaminoimia ja vaativat kirurgista puhdistusta. Vierasesineistä tavallisimpia ovat puunkappaleet, maa-aines, lasi ja lasikuitu. Erityisen vakavia raportoituja vammoja ovat lankun kappaleen aiheuttama kaulan ja nielun lävistävä vamma, puunkappaleen tunkeutuminen läpi käsivarren sekä suuren puunkappaleen tunkeutuminen selkähaksiin. (26,34,35)

Sairaalat raportoivat Oklahomassa vuonna 1999 riehuneen tornadorykelmän aiheuttamia vammoja poikkeuksellisen järjestelmällisesti vironomaisille (26). Potilaista 45 menehtyi ja yli 600 tarvitsi sairaalahoitoa. Hengissä selvinneiden tavallisin vammamekanismi oli lentävien esineiden osuminen tai henkilön joutuminen tornadon lennättämäksi tai kaatamaksi. Heistä joka neljäs joutui sairaalahoitoon keskimäärin seitsemäksi vuorokaudeksi. Sairaalahoitoon joutuneista 22 %:lla oli vakavia iho- ja pehmytkudosvammoja. Yleisimmät vammat olivat haavat (etenkin raajoissa), ruhjeet, murtumat ja nivelten sijoiltaanmenot sekä aivovammat. Seitsemällä potilaalla oli sisäelinvammoja, ja rintakehävammoihin kuului muun muassa keuhkoruhjeita ja ilmarintoja. Kallonsisäisistä vammoista yleisimpiä olivat lievät aivovammat, joiden lisäksi esiintyi kallonmurtumia, aivoruhjeita ja verenvuotoja, kiihtyvyyden aiheuttamia vammoja sekä liitännäisselkäydivammoja. Luunmurtumia esiintyi yleisimmin raajoissa ja rintakehän alueella, 39 %:lla useissa luissa. Venähdysvammoista 47 % kohdistui niskaan ja selkään. Myös silmävammoja esiintyi (26).

Vuonna 2011 Alabamassa tapahtuneen tornadokatastrofin yhteydessä hoidettiin harvinaisen paljon pediatria selkäydin- ja kallotraumapotilaita (24 vammautunutta lapsipotilasta) (31). Potilailta oli kallonmurtumia, kasvojen murskavammoja, epiduraalihakematoomia ja päänahan kudospuutoksia. Aivovammojen lisäksi hoidettiin joitakin selkäydivammoja ja perifeeristen hermojen vammoja (muun muassa olkavarren ja säären hermovaurioita) (31).

Mikä aiheuttaa tornadoihin ja trombeihin liittyvät kuolemat?

Suurin osa tornadokuolemista tapahtuu nopeasti tapahtumapaikalla, ja traumojen ohella sydäntapahtumat ovat merkittävä kuolemansyy. Traumaan menehtyneillä havaittiin Oklahoman aineistossa erityisesti monivammoja (50 % kuolonuhreista), päävammoja (23 %) ja rintakehävammoja (18 %). Sortuneiden rakenteiden alle tukehtuminen oli todennäköisin kuolinsyy 10 %:lla (26).

Tornadon ilmaan nostamaksi joutuminen

Ydinasiat

- ▶ Suomessakin esiintyy tuhoisia rajuilmoja trombeineen, joiden yhteydessä on menetetty ihmishenkiä.
- ▶ Päävammat, luunmurtumat, rintakehävammat ja kontaminoituneet haavat ovat tyypillisiä voimakkaiden trombien aiheuttamia vammoja.
- ▶ Vammoja ja kuolemantapauksia liittyy myös pakenemiseen ja raivaustöihin.
- ▶ Trombien aiheuttamia riskejä voidaan vähentää varautumalla niihin yleisötapahtumissa ja lisäämällä yleistä tietoisuutta niiden vaarallisuudesta.

voi luonnollisesti aiheuttaa vakavan vamman tai kuoleman korkealta putoamisen, johonkin iskeytymisen tai lentävien rakenteiden väliin murskautumisen seurauksena (28,34). Menehtyneet olivat Oklahoman aineistossa keskimäärin iäkkäämpiä kuin loukkaantuneet, mikä vastaa aiempaa tutkimustietoa. Toisaalta Yhdysvaltain Tautikeskuksen (CDC) aineistossa menehtyneiden mediaani-ikä oli vain 22 vuotta, ja lähes puolet kuolonuhreista oli alaikäisiä (36,37).

Tornadoihin epäsuorasti liittyvät vammat

Moni loukkaantuu jo ennen tornadon osumaa paetessaan kellariin tai erityiseen myrskysuojaansa kaatumalla esimerkiksi portaissa, törmäämällä esteeseen tai jättämällä raajanosansa suojan oven väliin (26). Myös raivaus- ja pelastustöiden aikana saattaa syntyä vammoja. Tuuli voi katkoa sähkölinjoja, mikä johtaa sähköiskuihin ja tulipaloihin, ja pelastajia ja uhreja uhkaavat myös pistovammat terävistä töröttävistä esineistä sekä lämpöuupuminen (34,37,38). Vammoja syntyy myös liikenneonnettomuuksissa matkalla tarkistamaan läheisten kohtaloa (26).

Psyykkiset vaikutukset

Tornadojen vaikutuksia mielenterveyteen on tutkittu verraten vähän, ja tutkimus painottuu



Pilvimassan alapuolelle roikottava, pyöriävä seinämäpilvi kertoo merkittävästä nousevasta ilmakierteestä ukkossolussa. Tällaiset virtaukset ovat osa trombien syntyolosuhteita. Kuva: Ulla Ahlmén-Laiho.



Salamointiin liittyy monia terveysriskejä. Kuva: Ulla Ahlmén-Laiho.

suurimman tuholuokan tornadoihin. Tiedetään, että vaikka tornadon reitille osuneet tai heitä auttaneet eivät olisi saaneet merkittäviä fyysisiä vammoja, voivat psykologiset vaikutukset olla merkittäviä ja pitkäkestoisia. Uhreilla on raportoitu ahdistus- ja masennusoireita, uni-häiriöitä ja itsetuhoisuutta sekä traumaperäisen stressihäiriön (PTSD) kriteerit täyttäviä oireistoja. Lisäksi päihiteidenkäyttö voi lisääntyä. Oireet voivat kestää kuukausista jopa vuosiin,

ja ne näyttävät vaikuttavan laaja-alaisesti elämänlaatuun sekä sosiaaliseen ja ammatilliseen suoriutumiseen. PTSD-jälkioireilun ilmaantuvuus on vaihdellut 2 %:sta jopa lähes 60 %:iin, ja yli puolet katastrofin osallisista saattaa tarvita psyykkistä kriisitukea. Psyykkisen jälkioireilun riskitekijöiksi on tunnistettu naissukupuoli yhdessä matalan tulo- ja koulutustason kanssa sekä merkittävät omaisuustuhot ilman vakuutuskorvauksia. Sosiaalinen tuki, uskonnollisuus ja optimismi ovat yhteydessä lievempiin oireisiin. (27,39)

Riskitekijä lasten oireilulle on vanhempien psyykinen jälkioireilu. Lapsilla esiintyy psyykkisinä jälkioireina välttämiskäyttäytymistä, uudelleenkokemista, sosiaalista eristäytymistä, somatisaatiota, ahdistusta sekä päivittäisrutiinien häiriintymistä. Erityisen tuhoisten tornadojen uhriksi joutuneista teini-ikäisistä 5 %:lla on esiintynyt itsetuhoisia ajatuksia (39).

Voidaanko tornadojen ja trombien aiheuttamia vammoja ehkäistä ja vähentää?

Asiantuntijat ovat esittäneet tornadovahinkojen vähentämiseen neliosaisen strategian: 1. suunnittelu ja valmistautuminen, 2. ensihoito- ja pelastustoimi, 3. lyhyen ja pitkän aikavälin toipumisen edistäminen sekä 4. rakenteelliset toimet ja aloitteet, joilla pienennetään alueen tuhoriskiä (8). Väestön tietoisuuden lisääminen ja ylläpitäminen vaarallisten sääilmiöiden mahdollisuudesta ja suojautumiskeinoista kuuluvat ehkäisystrategiaan.

Hyvissä ajoin saatu varoitus näyttää vähentävän tornadoista johtuvia vammautumisia, mutta kuolemantapausten osalta näyttö on paikoin ristiriitaista silloin, kun varoitus on saatu yli 15 minuuttia ennen tornadoa (40). Auto ei ole välttämättä turvallinen suojapaikka, ja se tulee pysäköidä kauas puista ja sähkölinjoista. Vesille ei tule lähteä. Siirtyminen ulkoa sisätiloihin, mieluiten kellariin tai vähintään rakennuksen keskiosaan, on tärkeää. Päätä ja kaularankaa tulisi suojata ja huopaan kääriytymistä on suositeltu, koska se voi vähentää iho- ja pehmytkudosvammoja. Ulkona voi suojautua ojaan tai kallion reunaan (18,27,30,35).

Katastrofaaliset tornado-onnettomuudet voivat aiheuttaa suuren äkkikuormituksen pelastus- ja sairaanhoitopalveluille. Toisaalta hengissä selviytyneiden vammoista monet ovat lieviä, jolloin tapahtumapaikalla annettu ensiapu riittää (26,27). Neurokirurgisen asiantuntemuksen saatavuus korostuu sairaalaan joutuneiden hoidossa päävammojen yleisyyden vuoksi (26,31). Yhdysvaltalaisutkimuksen perusteella tällaisen suuronnettomuuden yhteydessä tulisi huomioida neurokirurgisen asiantuntemuksen tarve sekä varautua vierasesineiden ja mikrobien kontaminoimien haavojen hoitoon. Trombivammoista on suomalaisessa terveydenhuollossa hyvin vähän kokemuksia. Raivaustöiden riskejä koskeva tutkimustieto hyödyttää myös meillä varautumista.

Suurten tuholuokkien trombeja esiintyy meillä vähän ja suomalainen rakennuskanta on varsin vankkaa, joten erityisiä myrskysuojia ei ole tarpeen rakentaa. Leirintäalueilla, huvipuistoissa ja kesätapahtumissa tulisi tiedostaa vaaran mahdollisuus, luoda varoitusjärjestelmä sekä varmistaa riittävien suojautumistilojen saatavuus. Varautumissuunnitelmissa tulisi huomioida psyykinen jälkituki.

Lopuksi

Tuore muistutus tarpeesta varautua sään ääri-ilmiöihin kesätapahtumissa saatiin Suviseurojen yhteydessä Pudasjärvellä kesällä 2024, jolloin rajuilman seurauksena loukkaantui useita ja katkennut masto surmasi yhden tapahtumakävijän. Verrattuna esimerkiksi helteiden aiheuttamaan lisäkuolleisuuteen trombit ovat paljon marginaalisempi ihmishengen ja terveyden uhkaaja Suomessa (41), mutta niiden osuessa kohdalle seuraukset voivat olla katastrofaaliset. Trombimme ovat lyhytikäisiä, mutta niihin liittyviä kuolemantapauksia tunnetaan meiltäkin, ja myös syöskyvirtaukset ovat aiheuttaneet Suomessa suurta tuhoa. Suomessa trombirikin voidaan tutkimustiedon perusteella arvioida koskevan kesäkaudella veneilijöitä ja muita ulkoilijoita, asuntoautoilevia, heikompirakenteisilla kesämökeillä oleskelevia sekä leirintäalueilla ja suurtaapahtumissa aikaa viettäviä (22,42).

Onnettomuustutkimuskeskus antoi So-



Pellingin saaristossa 11.8.2024 omaisuustuhoja aiheuttanut vesipatsas. Kuva: Eero Inkeroinen.

nisphere-turman sisältäneiden kesän 2010 rajuilmojen tutkintaselostuksessaan useita suosituksia tällaisiin ääri-ilmiöihin varautumisesta (43). Keskus kiinnitti huomiota muun muassa alueellisten käytäntöjen eroihin Häätäkeskuslaitoksen ja pelastuslaitosten toiminnassa sekä puutteisiin eri viranomaisorganisaatioiden välisen viestinnän tehokkuudessa. Sote-uudistuksessa lienee mahdollista virtaviivaistaa näitä prosesseja. Tutkintaseloste toi esille Yhdysvalloissakin raportoidun ilmiön, jossa pienten riskiluokkien vaaratiedotteet saattavat lähinnä viedä huomiota merkittävämmiltä, todellisesta hengenvaarasta viestiviltä vaaratiedotteilta.

Suomalaisväestön tietoisuutta sään ääri-ilmiöistä voisi olla perusteltua lisätä, jottei niiden aiheuttamaa vaaraa aliarvioitaisi. Vuonna 2023 kolmen lapsen loukkaantumisen aiheuttanut pölypyörre Turun JukuPark-vesipuistossa osoitti, etteivät tiedotusvälineetkään osaa aina käyttää oikeaa termistöä, vaan ilmiö sekoitettiin trombiin (44). Esimerkiksi Ilmatieteen laitoksen suojautumisohjeista tiedottaminen kesän rajuilma-kaudella on keino vähentää vammautumisriskiä. ■

KIRJALLISUUTTA

1. Cotton WR, Bryan GH, van der Heeven SC. Storm and cloud dynamics: the dynamics of clouds and precipitating mesoscale systems. Burlington (MA): Academic Press 2001, s. 315–427, 455–526.
2. Holton JR. An introduction to dynamic meteorology. Burlington (MA): Elsevier Academic Press 2004, s. 299–302.
3. Severe weather 101 – types of tornadoes. Norman (OK): NOAA 2024. www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/tornadoes/types/.
4. Punkka A-J. Mesoscale convective systems in Finland. Finnish Meteorological Institute contributions n:o 116. Väitöskirja. Helsinki: Ilmatieteen laitos 2015.
5. Trombin ja tornadon ero – miten ne syntyvät? Sääpedia. Espoo: Foreca 2021. www.foreca.fi/s%C3%A4%C3%A4pedia/yh1j7c0b
6. The enhanced Fujita scale. Norman (OK): NOAA 2024. www.weather.gov/oun/efscale.
7. Trombien voimakkuus. Helsinki: Ilmatieteen laitos 2024. www.ilmatieteenlaitos.fi/trombien-voimakkuus.
8. Whalen TM, Gopal S, Abraham DM. Cost-benefit model for the construction of tornado shelters. J Constr Eng Manag 2004;130:772–9.
9. Antonescu B, Schultz DM, Holzer A, ym. Tornadoes in Europe: an underestimated threat. Bull Am Meteorol Soc 2017;98:713–28.
10. Rauhala, J, Brooks HE, Schultz DM. Tornado climatology of Finland. Mon Weather Rev 2012;140:1446–56.
11. Antonescu B, Fairman JG, Schultz DM. What is the worst that could happen? Re-examining the 24–25 June 1967 tornado outbreak over Western Europe. Weather Clim Soc 2018;10:323–40.
12. About MeteoAlarm. EuMetnet 2024. <https://meteoalarm.org/en/live/page/about-meteoalarm#list>.
13. Faranda D. How climate change can possibly increase the intensity of tornadoes in Europe. Blogs of the European Geosciences Union 2022. <https://blogs.egu.eu/divisions/np/2022/10/26/climate-change-tornadoes/>.
14. Suomen trombi-ilmasto. Helsinki: Ilmatieteen laitos 2024. www.ilmatieteenlaitos.fi/trombit-suomessa.
15. Jokela A. Sään takaa -blogi: Miksi Suomessa ei ole tornadoja? Sään takaa -blogi 2013. [https://blogi.foreca.](https://blogi.foreca.fi/2013/07/miksi-suomessa-ei-ole-tornadoja/#:~:text=Suomessakin%20on%20tornadoja%2C%20niitä%20vain,F4%2Dluokan%20trombinkin%20joskus%20esiintyneen)

16. Leponiemi T. Tornado tappoi nuorukaisen Nurmijärvellä – 80 vuotta tuhoisasta pyörremyrskystä. Yle 3.8.2012. <https://yle.fi/a/3-6241289>.
17. Meritähti P. Sonispheren tuhoisasta myrskystä seitsemän vuotta – olitko paikalla? Yle 8.8.2017. <https://yle.fi/a/3-9764093>.
18. Toimintaohjeita trombien varalta. Helsinki: Ilmatieteen laitos 2024. www.ilmatieteenlaitos.fi/toimintaohjeita-trombeihin.
19. Syöksyvirtaukset. Helsinki: Ilmatieteen laitos 2024. www.ilmatieteenlaitos.fi/syoeksyvirtaukset.
20. Varoitukset rajasta ukonilmasta. Helsinki: Ilmatieteen laitos 2024. www.ilmatieteenlaitos.fi/tietoa-raju-ukonilma-varoitus.
21. Swienton H, Thompson CM, Billman MA, ym. Direct injuries and fatalities of Texas tornado outbreaks from 1973 to 2007. Prof Geogr 2021;73:171–85.
22. Eidson M, Lybarger JA, Parsons JE, ym. Risk factors for tornado injuries. Int J Epidemiol 1990;19:1051–6.
23. Glass RI, Craven RB, Bregman DJ, ym. Injuries from the Wichita Falls tornado: implications for prevention. Science 1980;207:734–8.
24. Daley WR, Brown S, Archer P, ym. Risk of tornado-related death and injury in Oklahoma, May 3, 1999. Am J Epidemiol 2005;161:1144–50.
25. Sugimoto JD, Labrique AB, Ahmad S, ym. Epidemiology of tornado destruction in rural northern Bangladesh: risk factors for death and injury. Disasters 2011;35:329–45.
26. Brown S, Archer P, Kruger E, ym. Tornado-related deaths and injuries on Oklahoma due to the 3 May 1999 tornadoes. Weather Forecast 2002;17:343–53.
27. Niederkrotenthaler T, Parker EM, Ovalle F, ym. Injuries and post-traumatic stress following historic tornados: Alabama, April 2011. PLoS One 2013;8:e83038.
28. Sorensen JH, Sorensen BV. Community processes: warning and evacuation. Kirjassa: Rodriguez H, Quarantelli EL, Dynes RR. Handbook of disaster research. New York: Springer 2006.
29. Brenner SA, Noji EK. Head and neck injuries from 1990 Illinois tornado. Am J Public Health 1992;82:1296–7.

30. Carter AO, Millson ME, Allen DE. Epidemiologic study of deaths and injuries due to tornadoes. Am J Epidemiol 1989;130:1209–18.
31. Chern JJ, Miller JH, Tubbs RS, ym. Massive pediatric neurosurgical injuries and lessons learned following a tornado disaster in Alabama. J Neurosurg Pediatr 2011;8:588–92.
32. May AK, McGwin G Jr, Lancaster LJ, ym. The April 8, 1998 tornado: assessment of the trauma system response and the resulting injuries. J Trauma 2000;48:666–72.
33. Rosenfield AL, McQueen DA, Lucas GL, ym. Orthopedic injuries from the Andover, Kansas, tornado. J Trauma 1994;36:676–9.
34. Bohonos JJ, Hogan DE. The medical impact of tornadoes in North America. J Emerg Med 1999;17:67–73.
35. Brenner SA, Noji EK. Wound infections after tornadoes. J Trauma 1992;33:673.
36. Tornado disaster – Texas, May 1997. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity Mortality Weekly Rep 1997;46:1069–73.
37. Tornado-associated fatalities – Arkansas, 1997. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity Mortality Weekly Rep 1997;46:412–6.
38. Tornado disaster – Texas. Centers for Disease Control and Prevention. Morbidity Mortality Weekly Rep 1988;37:454–6, 461.
39. Lee S, First JM. Mental health impacts of tornadoes: a systematic review. Int J Environ Res Public Health 2022;19:13747.
40. Simmons KM, Sutter D. Tornado warnings, lead times, and tornado casualties: an empirical investigation. Weather Forecast 2008;23:246–58.
41. Kollanus V, Lanki T. 2000-luvun pitkittyneiden helleaaltojen kuolleisuusvaikutukset Suomessa. Duodecim 2014;130:983–90.
42. Schmidlin TW, King PS. Risk factors for death in the 27 March 1994 Georgia and Alabama tornadoes. Disasters 1995;19:170–7.
43. Heinä-elokuun 2010 rajuilmat. Tutkintaselostus S2/2010Y. Helsinki: OTKES 2010. www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2010/s22010y_tutkintaselostus/s22010y_tutkintaselostus.pdf.
44. Tsokkinen E. Meteorologi: Jukuparkin onnettomuuden syy ei ollutkaan trombi. Helsingin Sanomat 12.6.2023.

ULLA AHLMÉN-LAIHO, LT, EL, Fil. yo, lääkärikouluttajan erityispätevyys
Tyks ToteK, Varha

HADA AJOSENPÄÄ, FM (ilmakehätieteet), data-analyyttikko
Aeromon oy

VASTUUTOIMITTAJA
Otto Helve

SIDONNAISUUDET

Ulla Ahlmén-Laiho: Apuraha (Suomen Tietokirjailijat, Tiedonjulkistamisen neuvottelukunta), luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Norgine), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (MSD Finland), luottamustoimet (Duodecimin Anestesiatietokannan lääkäripäätoimittaja, Suomen Syöpäyhdistyksen valtuuskunnan varajäsen, Suomen Anestesiologiyhdistyksen johtokunnan jäsen, Varhan Museotyöryhmä, Turun Lääketieteen Historian Yhdistyksen johtokunnan jäsen), hankkeet (Suomen Anestesiologiyhdistyksen leikkausta edeltävän arvioinnin työryhmän puheenjohtaja)

Hada Ajosennpää: Ei sidonnaisuuksia